

満点計画 -データ処理と計測器-

京都大学 防災研究所 地震予知研究センター

○三浦 勉

1. はじめに

満点計画とは、京都大学防災研究所地震予知研究センターが行っている研究計画の一つである。この計画では、日本列島で最も活断層が集中している地域において稠密地震観測を行い、ひずみ蓄積に影響を及ぼす不均質構造を検出し、ひずみ蓄積と地震発生メカニズムとの関連を明らかにすることが目的である。

この計画に基づいた観測では、琵琶湖西岸域観測網、鳥取・島根地域観測網、長野県西部観測網、濃尾合同観測網、国外の観測網を含め 230 か所をこえる地震観測点を展開している。これらのデータ処理について紹介する。

2. 観測機器について

株式会社近計システム製の速度型地震計：KVS-300 と稠密地震観測用データロガー：EDR-X7000 を利用した（写真 1）。電源は単一乾電池 24 から 32 本。記録メディアは 4Gbyte の CF カード 5 から 6 枚を使用し、およそ半年間の記録を行う。観測中はメンテナンスフリーで、冬季降雪地帯では越冬をしている。越冬をする場合は、最大で 9 カ月程度の観測を行うことになる。



写真 1：EDR-X7000(左)と KVS-300(右)

地震計は、3 成分 1 体型で固有周波数は 2Hz、感度は 0.8V/kine 以上である。設置は、付属の 3 本のねじを伸ばせば斜度 45 度程度まで可能である。また、形状がコンパクトかつ軽量なので、数多くの地震計を簡単に素早く設置でき、稠密多点観測を行える理由の一つとなっている(写真 2)。

ロガーは、簡単に素早く設置できるようにするため、観測開始前のセルフチェックを行い、観測を開始する機能を持っている。セルフチェックは、電源電圧確認、CF カード確認、地震計確認の 3 つ

を行う。その後、GPS の捕捉を行い内部時計との同期を行う。GPS の補足を位置固定モードで観測を行った場合、10 分未満で観測開始モードとなる。

このロガーから生成されるデータは、win ファイルをさらに圧縮した raw ファイルという形式で保存されるため、大容量のデータを記録可能である。また、消費電力が 0.08W とごくわずかであるので、長期観測が可能となり、稠密多点観測を行える理由の一つとなっている。



写真 2：観測点(左)と設置例(右)

3. データ処理について

上記で得られたデータは、半期に約 5TByte のデータ容量となる。CF カードは、約 2000 枚あるが、この数では不足するため、限られた期間内に処理を終わらせ、使用した CF カードを次の観測点で運用させる必要が有る。以下がデータ処理の概要である。

1. CF カードから raw ファイルの吸い上げ
2. win ファイルへの変換
3. ファイル名変換
4. gps ファイルの確認
5. データ欠測の確認
6. 点の記とデータの整合性確認
7. CF カードのフォーマット
8. 全オフラインデータのマージ
9. オンラインデータとのマージ
10. データ欠測の再確認
11. 地動モニタファイルの作成
12. ノイズレベルモニタの作成
13. JMA 震源データによる地震波形切り出し

これらのデータ処理を行い、次の観測に備えるまでがデータ処理の役割である。これらのデータ

処理を行うために、PC 8 台、サーバー10 台を使用している (写真 3)。



写真 3 : PC 群(左)とサーバー群(右)

また、win ファイル変換時にデータの保持する時刻データと GPS 時刻との補正を行えるが、この補正は、gps 時刻と 1 サンプル秒を超える差ができたときに行い、1 サンプル秒の足し引きを行うものなので、gps ファイルの持つ時刻データと内部時計のずれの記録を使って、地震波形を切り出した時に付属するチャンネルテーブルの P,S 波観測点補正のカラムに、その時刻のずれを算出して記録・処理することにした。これによりデータを時刻に対して正しく処理することが可能となった (写真 4)。

```

SC71 0 DP 0862S 24 04 24.94 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC72 0 DP 0862S 24 04 24.94 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 26.0749 135.9217 86 -8.2739E-07 -8.2739E-07
SC73 0 DP 0862S 24 04 24.94 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC74 0 DP 0862S 24 04 24.94 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC75 0 DP 0862S 24 04 24.97 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 24.9451 135.9538 123 -4.4006E-07 -4.4006E-07
SC76 0 DP 0862S 24 04 24.97 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC77 0 DP 0862S 24 04 24.97 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC78 0 DP 0862S 24 04 24.97 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 24.9162 135.9350 179 -6.9199E-07 -6.9199E-07
SC79 0 DP 0862S 24 04 24.97 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7A 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7B 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 25.2179 135.9415 209 -7.9497E-07 -7.9497E-07
SC7C 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7D 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7E 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 25.2071 135.7402 249 3.8899E-07 3.8899E-07
SC7F 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7G 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7H 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7I 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7J 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7K 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 25.2580 135.9938 131 3.8557E-07 3.8557E-07
SC7L 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7M 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7N 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7O 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 25.2560 139.0407 162 0.0 0.0
SC7P 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7Q 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7R 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 25.2559 135.4212 129 0.0 0.0
SC7S 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7T 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7U 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7V 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 25.2557 135.4151 105 -9.0069E-07 -9.0069E-07
SC7W 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7X 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7Y 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7Z 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 24.9780 135.8949 90 -7.5200E-07 -7.5200E-07
SC7[ 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7] 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7^ 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 25.2558 135.7951 209 -4.1449E-07 -4.1449E-07
SC7_ 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0
SC7` 0 DP 0862S 24 04 24.98 m/m 0.5 0.7 0.0 0.644E-07 0.0 0.0

```

写真 4 : チャンネルテーブル

この gps ファイルはさらに電源電圧と温度のログ情報も記録しているので、観測期間中の状態確認などに役立っている。

地動モニタとノイズレベルについては、地震波形をまとめて確認するのに非常に便利なツールで、メンテナンス時の参考に使っている (写真 5, 6)。



写真 5 : 地動モニタ

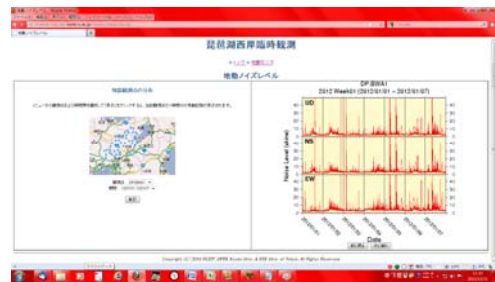


写真 6 : ノイズレベル

地動モニタは、win ファイルを連続して 1 時間分表したものである。ノイズレベルは、データの標準偏差を 1 週間単位で表している。これらの資料から異常が有ると思われたものを win system で詳細を確認して、計測器の良否判断を行っている。

4. まとめ

これらの観測は、既に 2008 年から徐々に開始し、今では 230 か所を超える観測点を持つ観測網群となった。大量のデータを処理するために、メーカーから買ったシステムもあったが、処理を進めていく上で改良が必要になったので、システムを独自で構築し、現在に至る。上述した gps 時刻ずれ、電源電圧、温度のログ情報は地動モニタや、ノイズレベルのように表化し、web ページに掲載する予定である。

今後は、観測のトレーサビリティを上げるために、機材や保守記録のデータベース化に取り組みたい。また、人員数減少を補うために、観測とデータ処理の作業を一体化させ効率を上げるために、ポータブル機器に観測記録とデータ処理の連携をする専用アプリを開発することを考えている。

最後に付けた図は、満点計画のロゴである。(図 1)



図 1 : 満点計画のロゴ